

# Experimental constraints on the aqueous fluid connectivity and electrical conductivity in the mantle wedge

著者	Huang Yongsheng
number	88
学位授与機関	Tohoku University
学位授与番号	理博第3274号
URL	<a href="http://hdl.handle.net/10097/00128527">http://hdl.handle.net/10097/00128527</a>

論文内容要旨

(NO. 1)

氏 名	Huang Yongsheng	提出年	令和 2 年
学位論文の 題 目	Experimental constraints on the aqueous fluid connectivity and electrical conductivity in the mantle wedge (楔形マントルにおける水性流体の連結度と電気伝導度への実験からの制約)		

論文目次

Abstract (English).....1

Abstract (German).....3

Acknowledgement.....6

Catalogue.....8

Declaration of Originality.....10

Chapter 1 Introduction.....11

    1.1 Water in subduction zones.....11

    1.2 Dihedra angle.....22

    1.3 Fluid composition in subduction zones.....28

    1.4 Solvent power of multicomponent fluid.....34

    1.5 High temperature and high-pressure experiment.....36

Chapter 2 Shallow fluid circulation in mantle wedge inferred from the dihedral angle in an olivine–NaCl–H<sub>2</sub>O system.....40

    2.1 Introduction.....40

    2.2 Methods.....43

    2.3 Results.....47

    2.4 Discussion.....52

    2.5 Implication.....57

    2.6 Supplementary information.....65

Chapter 3 Experimental determination on the fluid connectivity in an olivine–H <sub>2</sub> O–CO <sub>2</sub> –NaCl system in subduction zones.....	81
3.1 Introduction.....	81
3.2 Phase relations in the H <sub>2</sub> O–CO <sub>2</sub> –NaCl system.....	83
3.3 Experimental and analytical techniques.....	84
3.4 Results.....	86
3.5 Discussion.....	99
3.6 Implications.....	103
3.7 Conclusion.....	107
3.8 Supplementary Information.....	108
Chapter 4 Electrical conductivity in a texturally equilibrated fluid-bearing forsterite aggregate at 800 °C and 1 GPa: implications for the high electrical conductivity anomalies in mantle wedges.....	115
4.1 Introduction.....	115
4.2 Experimental procedures.....	117
4.3 Results.....	121
4.4 Discussion.....	129
4.5 Implication.....	136
4.6 Conclusion.....	138
Chapter 5 Conclusion.....	139
Bibliography.....	141

## 論文審査の結果の要旨

沈み込み帯において、沈み込んだスラブから超臨界流体が供給される経路を理解するためには、マントル中を流体が移動するメカニズムを理解することが必要である。鉱物-流体間の二面角が  $60^\circ$  より小さい場合には、流体が岩石粒間で連結したネットワークを形成して浸透流として移動できる一方、 $60^\circ$  より大きい場合には脈状の割れ目を形成して移動する。Huang Yongsheng は、スラブ流体が塩素や二酸化炭素を含む多成分系であることに注目し、マントル橄欖岩の主要構成鉱物である橄欖石の流体に対する二面角を、楔形マントルのほぼ全体をカバーする幅広い温度・圧力および流体塩濃度・二酸化炭素濃度の範囲で精密に決定した。その結果、 $\text{H}_2\text{O}-\text{NaCl}$  系流体と橄欖石との二面角は、わずか 1 ～ 数 wt. % の  $\text{NaCl}$  が加わるだけで大きく低下し  $60^\circ$  より小さくなることが示された。楔形マントルの海溝側では流体成分は蛇紋石として固定される一方、火山弧地下では流体成分はマグマに吸収される。スラブ流体は、これらの間の窓のような領域を通り抜けてモホ面付近の高電気伝導度領域を形成していると考ええると、沈み込み帯における「失われた流体」問題が説明できる可能性がある。スラブ流体には、 $\text{NaCl}$  成分のほかに  $\text{CO}_2$  成分が含まれる。本博士論文では、マグネサイトが安定化する条件では流体中の  $\text{CO}_2$  濃度が低く保たれ、また高圧下では橄欖石の溶解度が上昇するため二面角は  $60^\circ$  よりも小さくなることが示された。 $\text{H}_2\text{O}-\text{NaCl}-\text{CO}_2$  系においても二面角に対する  $\text{CO}_2$  の寄与は小さく、 $\text{H}_2\text{O}-\text{NaCl}$  系で提案された沈み込み帯の水循環モデルが成立することが示された。さらに本研究において、Huang Yongsheng はピストンシリンダー型高圧発生装置を用いて、組織平衡に達したマントル橄欖岩の電気伝導度をマントル最上部に相当する高温高圧条件下で測定し、Archie 則が良く成立することを示した。以上の橄欖岩-流体系の岩石組織と流体輸送特性、電気伝導度に関する一連の研究成果は、沈み込み帯における流体循環に関する理解を大きく前進させ、Huang Yongsheng が自立して研究活動を行うに必要な高度の研究能力と学識を有することを示している。したがって、Huang Yongsheng 提出の博士論文は、博士（理学）の学位論文として合格と認める。